

University of Groningen

Spectroscopic investigations of some neutron-deficient tungsten through iridium nuclei.

Spanhoff, Rudolph

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1984

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Spanhoff, R. (1984). *Spectroscopic investigations of some neutron-deficient tungsten through iridium nuclei*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SAMENVATTING

Wil men kernmodellen toetsen dan dienen in eerste instantie experimenteel de eigenschappen van de waargenomen kernniveaus vastgesteld te worden, zoals spin en pariteit. Dat dit voor overgangskernen, liggend in gebieden tussen die der sferische en gedeformeerde kernen, met hun complexe structuren soms bepaald niet eenvoudig is moge blijken uit de in de literatuur aangetroffen diskrepancies. Experimenteel onderzoek aan de niveaus van zulke overgangskernen vormt het voornaamste onderwerp van dit proefschrift. De bestudering van dergelijke kernen is van belang gezien de hiervoor ontwikkelde theoretische modellen. Met name het recente interacting boson approximation (IBA) model van Arima en Iachello heeft nieuwe impulsen gegeven aan kernspektroskopisch onderzoek als het onderhavige.

Voor dit proefschrift zijn kernen gekozen in het overgangsgebied tussen de gedeformeerde zeldzame aarden en de sferische loodkernen. De bestudeerde kernen (^{186}Os en ^{182}W) zijn vnl. waargenomen na betaverval van instabiele moederkernen (^{186}Ir en ^{182}Re) die gekompliceerde spektra vertonen. Zo is het verval van ^{186}Ir wel eens bestempeld als het ingewikkeldste dat op dat moment bekend was. We hebben de na het verval uitgezonden gammastraling bestudeerd, en in een enkel geval ook konversie-elektronen.

Als experimentele techniek is intensief gebruik gemaakt van kernorientatie bij lage temperaturen (orde 30mK). Bij voldoende lage temperaturen kunnen in gunstige gevallen kernspins georiënteerd worden in een voorkeursrichting, mits de richtende kracht kan wedijveren met de warmtebeweging. Dit doet zich voor bij de wisselwerking van het magnetisch kernmoment met een magneetveld. Elektrostatische interacties zijn ook toepasbaar maar we hebben ons in dit werk beperkt tot magnetische. Als magneetveld zijn de grote interne velden benut die kernen van sommige elementen in ijzer ondervinden.

Voor de kernorientatie-experimenten is gebruik gemaakt van kryogene apparatuur op het Laboratorium voor Algemene Natuurkunde in Groningen. Neutron-arme kernen, instabiel voor betaverval en met halveringstijden groter dan 3 uur, werden gericht. Deze werden geproduceerd door beschieting van trefplaatjes met versnelde deeltjes (α , ^3He) verkregen met het cyclotron van het Kernfysisch Versneller Instituut (KVI) te Groningen. Dankzij een geschikte keuze van de te bestralen trefplaatjes bevonden de gewenste radioactieve kernen zich na de re-

aktie in een folie van ijzer of van een sterk ijzerhoudende legering. Deze folies fungeerden vervolgens als radioactieve bron in het experiment. Door het ijzer te magnetiseren werden de interne velden in één richting gezet die na afkoeling als orientatierichting diende voor de kernen.

De gammastraling van overgangen in de dochterkern, uitgezonden na het beta-verval van de moederkern, kan de kryostaatwand passeren en met detectoren geregistreerd worden. Zijn de kernen ongericht (in deze experimenten bij temperaturen T hoger dan 1 K) dan wordt in alle richtingen evenveel straling uitgezonden. Treedt enige orientatie op ($T < 0.1$ K) dan blijkt de straling i.h.a. niet isotroop verdeeld te zijn. Deze anisotropie, die voor iedere specifieke overgang weer anders kan zijn, bevat informatie over de spins van begin- en eindtoestand van de kern waartussen de gammaovergang heeft plaatsgevonden alsmede over de aard van de overgang, de zogeheten multipolariteit. Door combinatie van de waarnemingen aan verschillende overgangen waarbij dezelfde toestand is betrokken kunnen vaak eenduidige spinwaarden worden toegekend.

Deze techniek wint nog aan kracht als de gegevens aangevuld worden met die van andere oorsprong, b.v. van het elektron-konversie proces. Daarbij draagt de kern het verschil in energie tussen begin- en eindtoestand van een overgang over aan een elektron van het atoom in plaats van aan een gammakwant. De kansverhouding tussen beide processen, de konversiekoefficient, wordt bepaald door de multipolariteit van de overgang, die dus experimenteel vastgesteld kan worden door gamma-én elektronenspektra te meten. De multipolariteit legt verdere beperkingen op aan de mogelijke spinkombinaties van begin- en eindtoestand en vult zo het kernorientatieresultaat aan. Uit de waarde van de konversiekoefficient volgt ook een eventueel verschil in pariteit van begin- en eindtoestand zodat pariteiten kunnen worden toegekend. Bestaat een bepaalde overgang uit een mengsel van twee multipolariteiten dan geven de kernorientatiemetingen meestal twee oplossingen voor hun verhouding. In combinatie met de konversiekoefficient kan meestal één worden uitgesloten, zodat deze theoretisch interessante grootte eenduidig kan worden bepaald. Voor dit proefschrift is het konversiespektrum voor het verval van ^{186}Ir overgemeten om diskrepanties in de literatuur op te lossen. Hierbij is gebruik gemaakt van de Mini-Orange spektrometer die door dr. J. van Klinken is ontwikkeld.

Zoals uit het bovenstaande blijkt moet voor de interpretatie van kernorientatiemetingen beschikt kunnen worden over een vervalschema. Daar wij op interpretatieproblemen stuitten in het geval van ^{186}Ir zijn uitgebreide gamma-gamma koincidentiemetingen aan dit verval verricht die hebben geleid tot een op vele punten herzien schema. Ook voor het eveneens complexe verval van $^{182}\text{Re}(t_{1/2} = 64 \text{ h})$

is een dergelijke van de faciliteit.

In het verval op een specifiek gepopuleerd wordt versnelde deeltjes worden, zodat aan de detectoren bruikmaking van $^{186}\text{W}(\alpha, 4n\gamma)^{186}\text{Os}$

De waargenomen gegeven temperatuur van het kernmagn van kerntoestand In dit proefschrift kernspinresonant hogere precisie frekwentiegebied de orientatie van

Hoofdstuk 1 van worden enkele gegevens van de resultaten De daarin beschreven ^{186}Ir resp. ^{182}Re die daarom in hogere isotopen. Het bronproduktietec het onderzoek zij die werden verri gepubliceerd (Sp het eerst. Boven

Tenslotte worden gevat. Een verbe spins en pariteit een (quasi-) γ b van negatieve-par werd een aandeel het IBA model, m

is een dergelijk experiment verricht. In beide gevallen werd gebruik gemaakt van de faciliteiten van het KVI.

In het verval van een radioactieve kern worden niveaus van de dochterkern op een specifieke wijze gevoed terwijl andere niveaus niet of onmeetbaar zwak gepopuleerd worden. Is dezelfde kern het eindprodukt in een reactie met b.v. versnelde deeltjes dan zullen de diverse niveaus op geheel andere wijze gevoed worden, zodat aanvullende of nieuwe informatie verkregen kan worden. Nu moet men de detectoren opstellen bij het trefplaatje in de deeltjesbundel. Met gebruikmaking van het KVI-cyclotron werd aldus de gammastraling van ^{186}Os in de $^{186}\text{W}(\alpha, 4n_\gamma)^{186}\text{Os}$ reactie bestudeerd.

De waargenomen mate van orientatie in een kernorientatie-experiment bij gegeven temperatuur en door de kern ondervonden magneetveld geeft de grootte van het kernmagnetisch moment. Kennis van kernmomenten draagt bij tot het begrip van kerntoestanden, in dit geval van de grondtoestanden van radioactieve kernen. In dit proefschrift worden enkele magnetische momenten bepaald. Eveneens is de kernspinresonantie techniek op georiënteerde kernen (NMR-ON) toegepast om een hogere precisie te behalen. Hierbij wordt de scherpe resonantie (in het radiofrequentiegebied) gezocht van ingestraalde elektromagnetische golven, waardoor de orientatie van de afgekoelde bron wordt verstoord.

Hoofdstuk 1 van dit proefschrift bevat een algemene inleiding. In hoofdstuk 2 worden enkele gebruikte technieken kort beschreven. Hoofdstuk 3 doet verslag van de resultaten met de kern ^{186}Os terwijl hoofdstuk 4 die van ^{182}W behandelt. De daarin beschreven kernorientatiemetingen aan het verval van de moederkernen ^{186}Ir resp. ^{182}Re konden worden geduid zonder kennis omtrent hun eigenschappen, die daarom in hoofdstuk 5 behandeld worden, aangevuld met die van enkele naburige isotopen. Hoofdstuk 5 wordt afgesloten met een discussie over de toegepaste bronproductietechnieken. Deze indeling weerspiegelt tevens de richting waarin het onderzoek zich heeft ontwikkeld bij het uitvoeren van de diverse experimenten, die werden verricht in de periode 1974-1978. De meeste resultaten zijn reeds gepubliceerd (Spa78, SpP79, Spa80, SpP81, SpP83), sommige verschijnen hier voor het eerst. Bovendien worden ongepubliceerde details gegeven.

Tenslotte worden hier de belangrijkste resultaten van dit proefschrift samengevat. Een verbeterd en uitgebreid niveauschema is opgesteld voor ^{186}Os en spins en pariteiten zijn toegekend. Via zulke toekenningen is het bestaan van een (quasi-) γ band en $-\gamma\gamma$ band geverifieerd, en dat van een (quasi-) β band en van negatieve-pariteitsbanden aangetoond. In samenhang met het onderhavige werk werd een aandeel geleverd in het beschrijven van de even-even osmium isotopen met het IBA model, maar hiervoor wordt vnl. verwezen naar de vakliteratuur (Bij80).

In ^{182}W is de bandenstructuur van enkele relatief hooggelegen niveaus duidelijk gemaakt en is hun op theoretische gronden voorspelde karakter bevestigd. De van de veronderstelde 4^+_{β} en 5^+_{γ} niveaus zijn bepaald. De (quasi-) β band in 1 is aangewezen, aan enkele niveaus in ^{185}Os zijn spins en pariteiten toegeken. De magnetische momenten van ^{184}Ir , ^{185}Ir en ^{186}Ir zijn bepaald, de laatste met grote precisie, evenals dat van ^{182}Re ($t_{1/2} = 13 \text{ h}$). Voorts is van ^{182}Re ($t_{1/2} = 64 \text{ h}$) de spin vastgesteld. Tenslotte is de hoge effectiviteit van de gebruikte recht-toe-recht-aan bronproduktiemethoden kwantitatief bepaald, vooral bij het bestralen van een ijzerlegering met een relatief grote concentratie gastatomen.

$\frac{8421}{1984}$